



Fremtidens Hurtigbåt

SES-X Marine Technologies
Informasjonsrapport
Mars 2022

Introduksjon

1.1 Generelt

SES-X Marine Technologies deltar i design- og utviklingsanbudet «Design av fremtidens hurtigbåt, Energieffektivt design», et ambisiøst utviklingsløp for fylkeskommunene Troms og Finnmark, Nordland, Trøndelag og Vestland. I prosjektet skal det utvikles et komplett fartøysdesign med nullutslipp, høy effektivitet og lav teknisk risiko. I samarbeid med prosjektpartnere og underleverandører har det blitt tatt frem et smidig og effektivt design.

Denne rapporten er den offentlige sluttrapporten for første fase av prosjektet, og gir en oversikt over fartøyet «SES-X EL27 PAX», en rask og effektiv hurtigbåt for fremtiden.



Figur 1 SES-X EL27 PAX

Tabell 1 Hovedparametere

Lengde, L_{OA}	28.4 m
Lengde i vannlinjen, L_{WL}	26.6 m
Bredde, B	8.5 m
Maksimalt deplasement, Δ	95.8 T
Bruttotonnasje, BT	236 T
Dypgang, T	1.2 m
Antall passasjerer	164
Servicehastighet, V	40 kn
Rekkevidde, service	40 NM
Rekkevidde, maksimal	85 NM

Hurtigbåtsegmentet

Hurtigbåter er viktige transportmidler for personer, gods og biler. Felles for dem er kriteriet at fartøyet må ha en servicefart på 20knop eller mer. NHO sjøfart skriver i sin rapport fra Januar 2021 at hurtigbåtmarkedet kan inndeles i to hovedsegmenter: som offentlig transportmiddel med faste rutetilbud, og til bruk i kommersiell virksomhet (som turisme og charter). Det er det første hovedsegmentet Fremtidens Hurtigbåt er beregnet for. NHO Sjøfart anslår videre at det er totalt 90 aktive hurtigbåtruter i Norge, og at de utgjør en samlet årlig kontraktsverdi på 1.6 milliarder kroner (2020-kroneverdi). På verdensbasis er det nærmere ~2000 hurtigbåter totalt, basert på datauttrekk fra Marine Traffic anno 2021.

Gjennom ZEVS, et interdisiplinært prosjekt ledet av Transport Økonomisk Institutt (TØI), beskrives hurtigbåttransport som en av de mest utslippsintensive transportmidlene per passasjerkilometer vi har i dag. Det er derfor stor nasjonal og internasjonal interesse av å redusere utslippene assosiert med hurtigbåtene, og helst fjerne dem totalt. Det er ofte tre utfordringer som trekkes frem når man snakker om null-utslipps hurtigbåter sammenlignet med fossilbaserte hurtigbåter:

- 1) Rekkeviddebegrensning
- 2) Prisøkning
- 3) Manglende infrastruktur

Prosjektet Fremtidens Hurtigbåt er designet for å adressere utfordringen rundt rekkeviddebegrensningen, og har som hovedmål å fremme energieffektive fartøysløsninger. Fremtidens Hurtigbåt er dermed et ambisiøst satsingsprosjekt som kan hjelpe med å løse en av de største teknologiske utfordringene ved nullutslippshurtigbåter, som er en av de mest utslippsintensive transportsektorene per passasjerkilometer. I Norge alene er dette et milliardmarked, og det internasjonale markedet er omtrent 20 ganger større. Det er dermed grunn til å håpe Fremtidens Hurtigbåt vil ta frem nye sterke subjekter for norsk eksportindustri.



Figur 2 Energiforbruk per passasjer-kilometer for vanlige transportmidler (kilde: Godø og Kramer 2019)

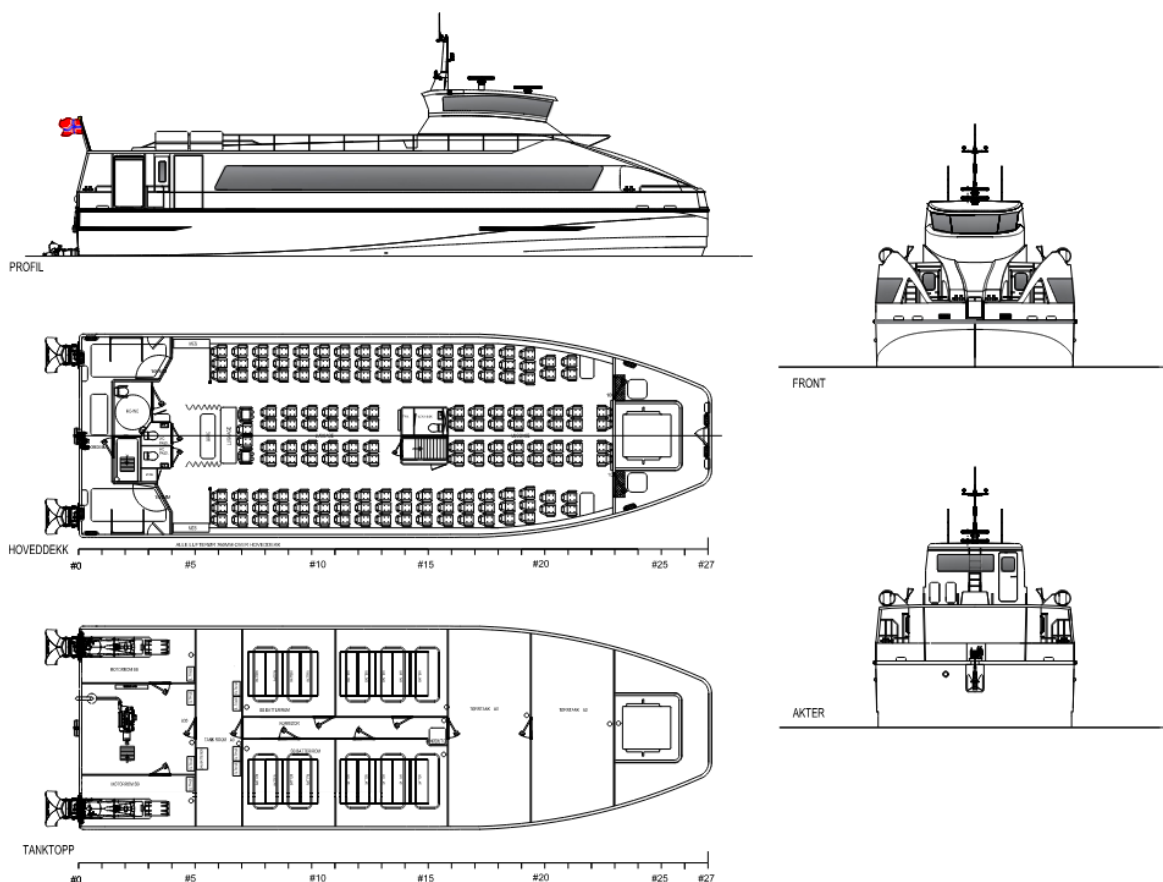
Fartøysbeskrivelse

«SES-X EL27 PAX» har et raskt og moderne uttrykk. Fartøyet er delvis luftbåret, med løftevifta sømløst integrert med skrog og styrhus. Designuttrykket lener seg på funksjonelle strukturprinsipper og layoutbegrensninger for å skape et helhetlig og friskt uttrykk.

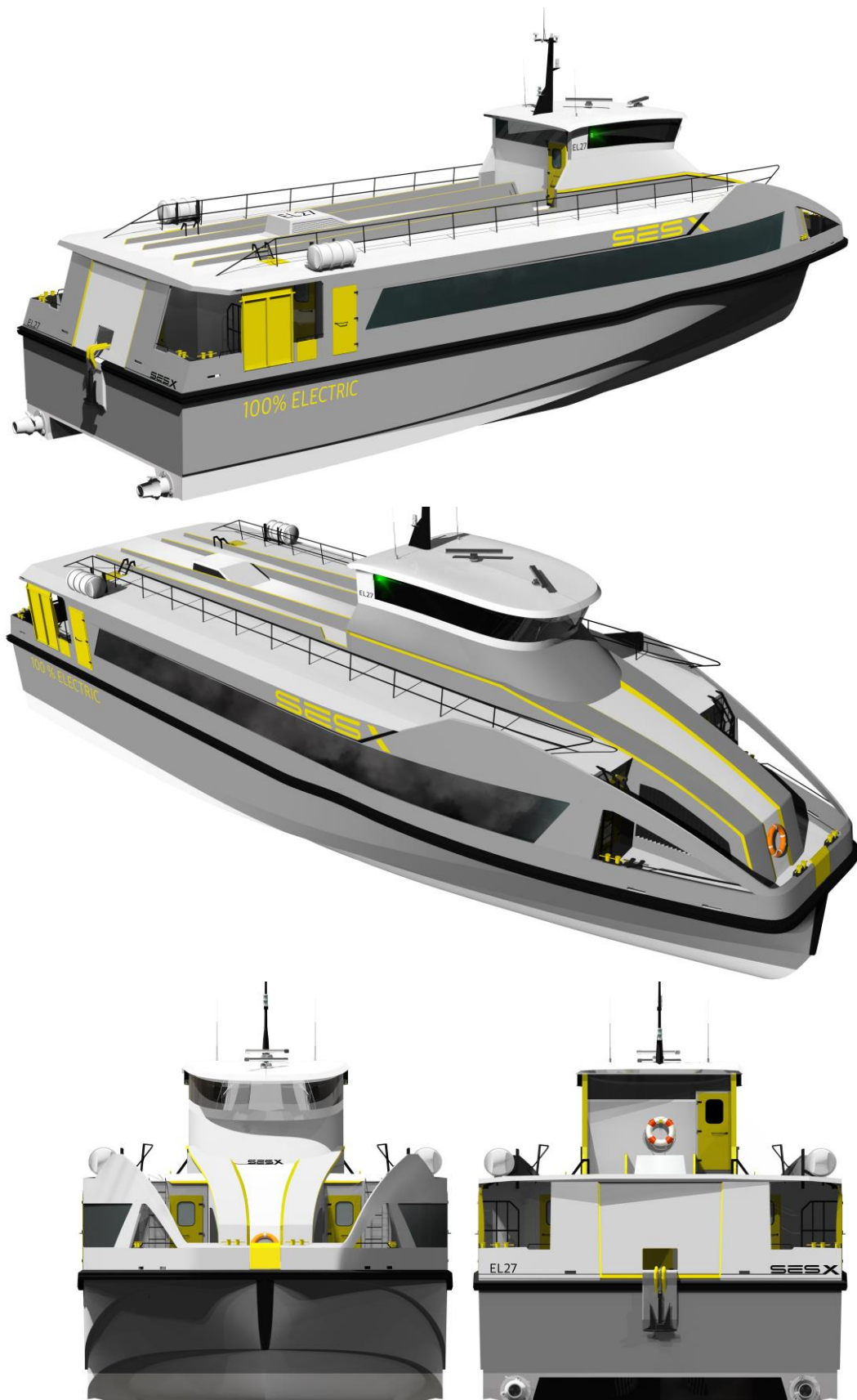
Fartøyet har total lengde på 28.4m, inkludert propulsjon, med en vannlinjelengde litt under 27m. Fartøyet er designet for kystfart i norske farvann, med en servicehastighet på 40kn. Skroget er basert på SES-X egen teknologi for delvis luftbårne fartøy, som kombinerer det beste fra deplasementsskrog, planende fartøy og effektskip. Fartøyet er designet i karbonfiber i henhold til klasseregler, for å sikre lav vekt og motstand.

Salongen er utformet med god sikt og belysning, for en behagelig passasjeropplevelse. Salongen er også utformet i henhold til krav om universell utforming. Det er plass til 164 passasjerer, med adkomst via gangbru på akterdekket. Fartøyet er designet med MES-systemer på begge sider for evakuering via sklier fra aktre område i salongen.

Under hoveddekket er det arrangert to motorrom for fremdrift og et generatorrom for rekkeviddeforlenger. Midtskips er det arrangert 4 brannsikrede rom for installasjon av fartøyet batteripakke.



3 Arrangementsprinsipper for SES-X EL27 PAX



Figur 4 Fartøyrenderings av SES-X EL27 PAX

Ytelser og Egenskaper

Fartøyet er utrustet med en effektiv totalpakke for rask og trygg, elektrisk fremdrift.

Fartøyet utrustes med en fremdriftslinje basert på innkapslede NMC batterier. Fremdriftslinjen i sin helhet er designet iht. klassekrav for batterifremdrift av skip. Fartøyet baserer seg på det siste av teknologi innen batterier og systemintegrasjon og kombinerer høye ytelser med sikkerhet og velutprøvd teknologi - som ivaretar prosjektets krav til levetid.

Tabell 2 Spesifikasjoner og Ytelser i servicehastighet, 40 knop

Spesifikasjoner	
Byggemateriale	Karbonfiber-sandwich
Energikilde	Batterielektrisk
Batterikjemi	Litium-ion NMC
Motorer	Permanentmagnet
Propulsjon	Vannjet
Layout	Universell utforming
Ytelser	
Servicehastighet	40 kn
Rekkevidde, service	40 NM
Rekkevidde, maksimal	85 NM

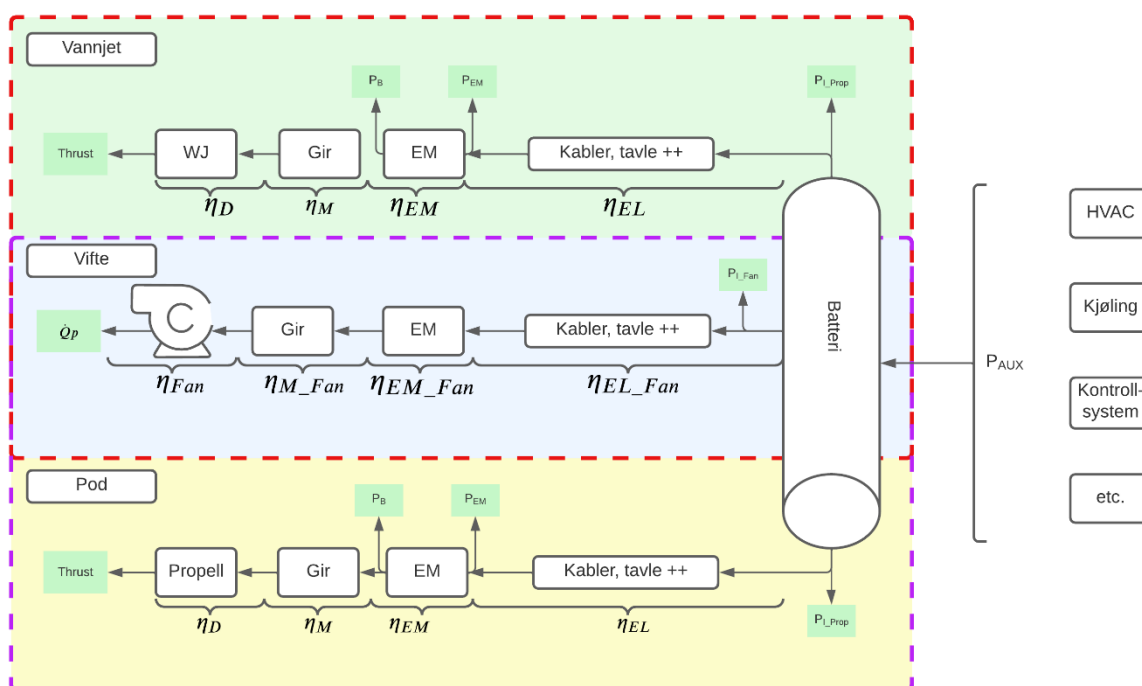


Figur 5 Eksempel på innkapslet batterisystem fra ZEM Energy

Fremdriften er levert av to vannjetter, installert i de to demiskrogene til fartøyet. Vannjettene leverer høye virkningsgrader i høye hastigheter, og gir små tap av energi i drivlinjen.

I hele drivlinjen har SES-X hatt høyt fokus på små tap, og det er tatt frem virkningsgrader for alle ledd, i samarbeid med produsenter og underleverandører. Den elektriske drivlinjen har betydelig lavere tap enn konvensjonelle dieselmekaniske løsninger. Til gjengjeld er energitettheten i batterier generelt lavere enn i fossile energikilder.

På grunn av dette vil fremdriftslinjen til elektriske fartøy som regel veie mer enn fartøyer basert på fossile drivstoff. Batteripakken er den største bidragsyteren til dette. Siden vekt er svært definerende for effektiviteten til hurtiggående fartøy vil behovet for særskilte effektive skrogteknologier bli enda tydeligere etter hvert som det grønne skiftet skrider frem.



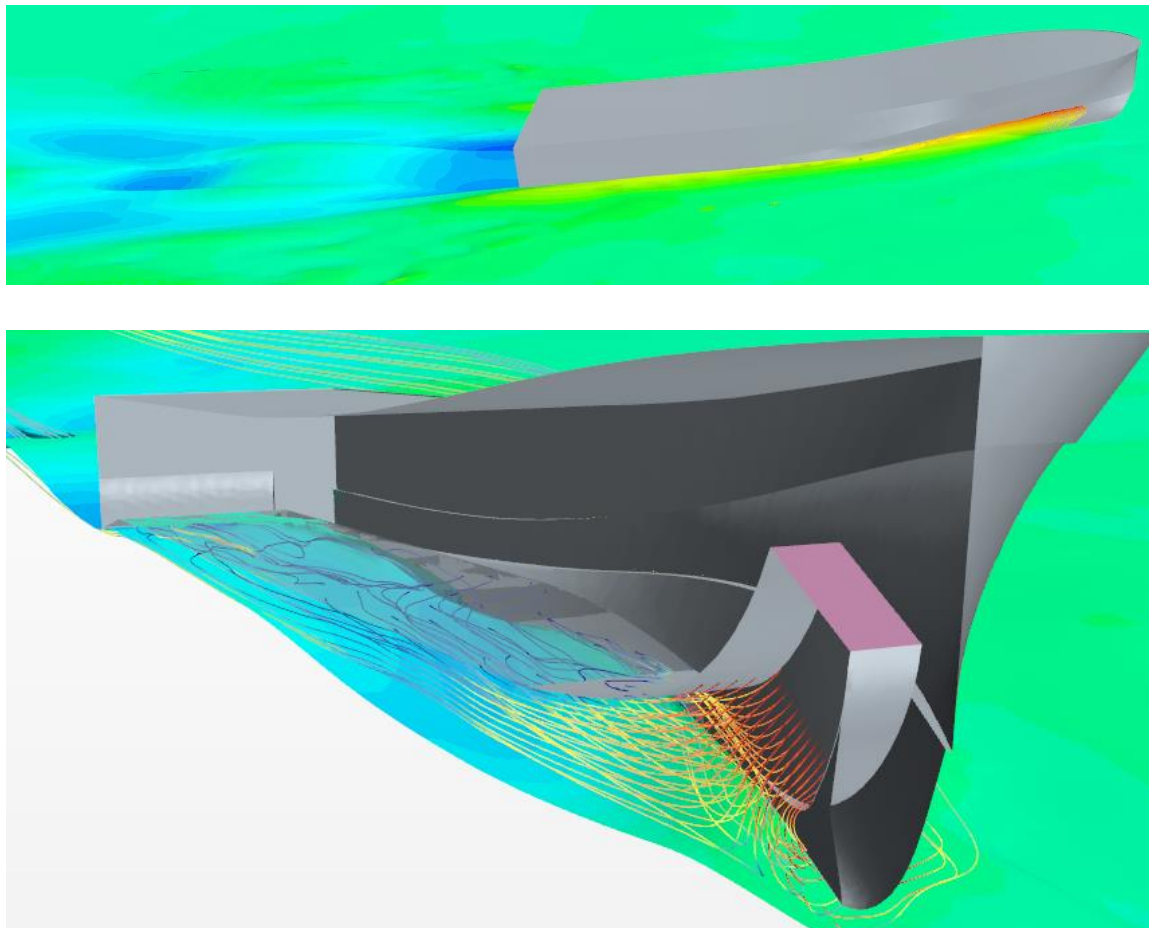
Figur 6 Virkningsgrader for forskjellige linjer

Hydrodynamikk

Skipsdesign er komplisert, og det kompliseres ytterligere når det introduseres nye elementer. SES-X skrogteknologi baserer seg på finesser som luftkammer, løftevifter og tilhørende styresystemer. SES-X' teknologi er i tillegg basert på planende krefter, og det stilles dermed høye krav til numeriske verktøy for gode vurderinger av fartøyskonseptet.

SES-X har i første fase av designprosjektet lagt grunnsteinene for svært detaljerte beregninger av både motstand og fartøysbevegelse. Ved hjelp av in-house kompetanse for direkte dynamiske simuleringer i multifisikkverktøy, har SES-X muligheten til å optimere for hastighet og bevegelser, med lav teknisk usikkerhet.

Det har blitt gjennomført CFD-beregninger av fartøyets motstand, der effekten av luftkammer og planende flater er inkludert. I prosjektets kommende faser vil disse verktøyene og andre numeriske metoder benyttes til å dokumentere at fartøyet tilfredsstiller krav til både styrke og akselerasjonsnivåer.



Figur 7 Illustrasjon fra CFD-analyser av fartøyet

SES-X utvikler in-house styringssystem for fartøyet, som både passivt og aktivt reduserer fartøysbevegelser. Disse systemene sikrer høy komfort og effektiv fart for SES-X EL27 PAX. De numeriske verktøyene kalibreres mot målinger fra SES-X egne testfartøy i prosjektets kommende faser, som sikrer lav teknisk usikkerhet i prosjektarbeidet med Fremtidens Hurtigbåt.



Figur 8 Målinger fra SES-X fartøy legges til grunn i valideringen av numeriske beregninger

Tekniske disipliner

SES-X EL27 PAX er designet i henhold til IMO-kravene i HSC2000-koden, for å sikre et trygt fartøy, med internasjonalt nedslagsfelt. I tillegg blir det designet mot moderne klassekrav til konstruksjoner, maskineri og batterielektrisk fremdrift.

Skroget er designet i henhold til hurtigbåtreglene til DNV, i lette, sterke sandwich-konstruksjoner av karbonfiber. Det designes for akselerasjoner og krefter fra røff sjø langs norskekysten. De norske hurtigbåtene har i flere tiår demonstrert at vekt kan presses til det ytterste ved smart materialvalg, og karbonfiberkonstruksjoner er blant de letteste på markedet.



Figur 9 Prinsippet bak sandwich konstruksjoner (kilde: DIAB)

Stabiliteten til fartøyet er vurdert i henhold til HSC2000-koden, der både inntaktstabilitet og skadestabilitet er vurdert for alle relevante kondisjoner. Det har blitt viet ekstra hensyn til effektene av luftkammeret. På denne måten sikrer SES-X et design som har behagelig bevegeskarakteristikk, og høy sikkerhet i nødsituasjoner.

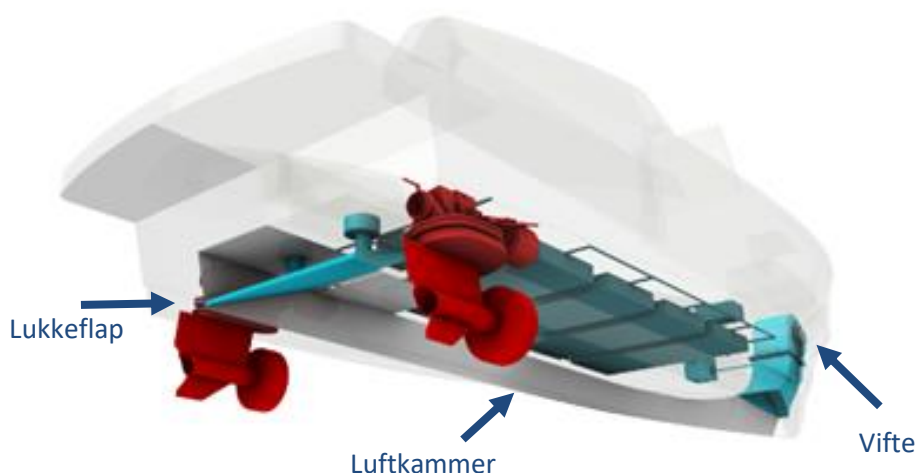
Maskineriet er designet i henhold til klasseregler, og kun typegodkjente og sertifiserte komponenter legges til grunn. Det utstyres i tillegg med rekkeviddeforlenger for nødtilfeller.

Det stilles høye krav til brannsikkerhet i batterielektriske fartøy, og SES-X designer for oppfyllelse av moderne regler fra classeselskapene. Her stilles det strenge krav til brannisolasjon og batterielektrisk sikkerhetsfilosofi, for å sikre et trygt fartøy.

Fartøysvekta er beregnet i henhold til det veletablerte SFI systemet, der vektcomponenter er brutt ned til sine bestanddeler og summert opp for hele fartøyet. SES-X har etterstrebet gode, lette leverandører av alle subsystemer for fartøyet, og har jaget «småtyver» og andre bidrag til lettskipsvekta som kan unnværes. På denne måten har SES-X sikret et lett skrog, som vi får igjen for på motstandstillene.

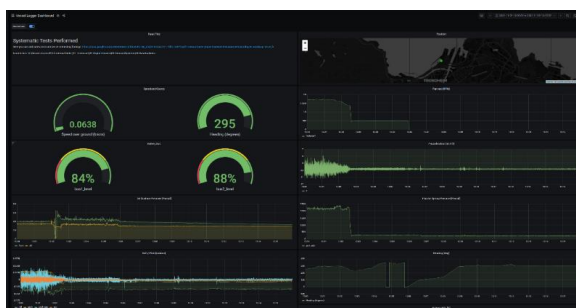
SES-X' Teknologi

SES-X Marine Technologies har en unik teknologi for delvis luftbårne skrog, som kraftig reduserer motstand i høyere hastigheter. Konseptuelt er det lite som skiller SES-X fra et konvensjonelt fartøy: skrogene minner om en kombinasjon mellom v-skrog i baugen (med baugutformingen som gir betydelig planende flater i høye hastigheter), og en grunn katamaran fra akter. I baugen avsluttes skroget i en løftevifte som trykksetter en innfelt luftlomme under skroget og opprettholder et overtrykk av luft, som løfter båten ut vannet. Dette bidrar til lav motstand og sømløs overgang til planing.



Figur 10 Prinsippet bak SES-X skrogteknologi

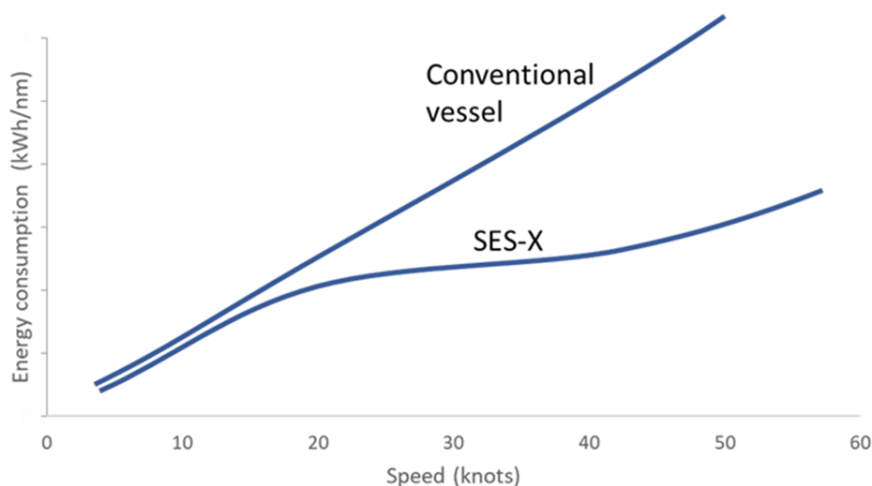
SES-X har egenutviklede digitale styringssystemer for hele løftesystemet, som kan optimeres med tanke på energieffektivitet eller komfort. Styringssystemene integreres i konsollene i styrhuset, og kan benyttes lokalt på fartøyet, eller overvåkes fra land gjennom en online nettportal. På denne måten fasiliteter SES-X for fremoverlente skipsoperatører, og løfter fartøyet ut av vannet og opp i skyen.



Figur 11 Styringssystem for SES-X Skrogteknologi

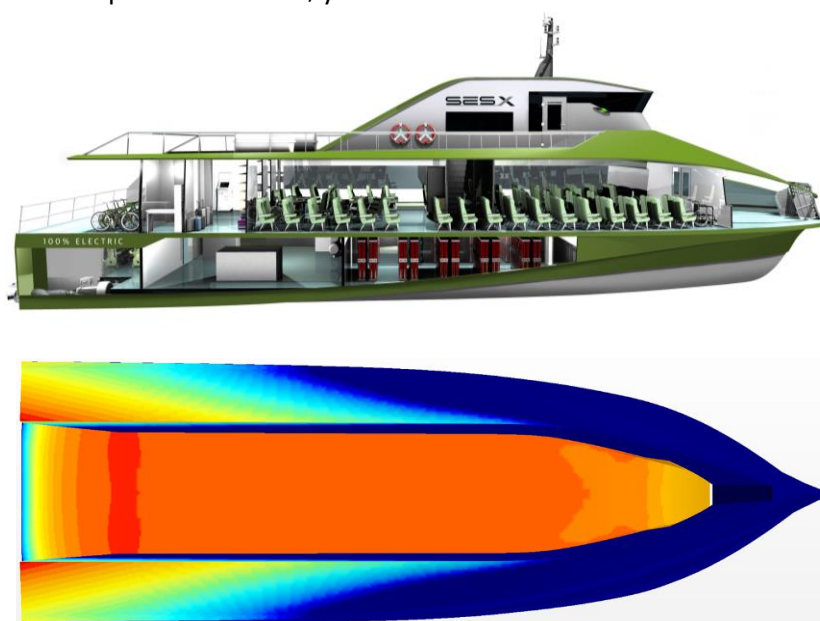
Fordeler

Sammenlignet med tilsvarende fartøy med konvensjonelle skrogløsninger, kan SES-X i høye hastigheter oppnå 30-50% energireduksjon. For elektriske fartøy impliserer det opptil dobbelt så lang rekkevidde, alt annet likt. En implikasjon av lavt energiforbruk er muligheten til å bruke lettere og billigere batterisystemer, som gir ytterligere fordeler med tanke på rekkevidde og kostnadsbesparelser. I tillegg gir teknologien et lavt bølgemønster, som er helt nødvendig for rask fart i et befolket kyst-Norge.



Figur 12 Prinsipp for forbruksreduksjon ved SES-X fartøy

Skrogarkitekturen legger videre godt til rette for elektrisk fremdriftslinje. Luftkammeret er lavere enn for andre luftbårne skrog, som gir et betydelig designrom for batterier, maskinrom og tekniske installasjoner. I tillegg er konseptet i større grad insensitivt til mervekten til batteripakkene, grunnet den store bæreevnen til luftputen under fartøyet.



Figur 13 Høy bæreevne og smart layout